

## **APPENDIX I**



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Tetsuya KAMIHARA

Title: FUEL CELL SYSTEM

Appl. No.: 10/519,473

International 12/3/2003

Filing Date:

371(c) Date: 12/29/2004

Examiner: Bryant P. Suitte

Art Unit: 1795

Confirmation 2688

Number:

**DECLARATION OF TETSUYA KAMIHARA**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I, Tetsuya Kamihara, a citizen of Japan, declare and state that:

1. I am the named inventor of the U.S. patent application identified above. The U.S. patent application identified above is assigned to Nissan Motor Co., Ltd., which is my employer.

2. By at least November 26, 2002, I had invented the invention covered by claims 1 and 3-25 (see Exhibit A). As evidence of this, I present as Exhibit B a copy of a draft patent application I prepared and forwarded to the Intellectual Property Department of Nissan Motor Co., Ltd., at least as of June 24, 2002, with the expectation that a version of the draft would be filed as a patent application in Japan.

3. Exhibit C presents a copy of a printout from a database used by Nissan Motor Co., Ltd., reflecting transactions relating to inventions, indicating that the draft I provided to the Intellectual Property Department of Nissan Motor Co., Ltd., was approved on June 24, 2002

4. Between the time that I prepared the draft patent application and December 03, 2002, the filing date in Japan of the patent application, it is my understanding that the Intellectual Property Department of Nissan Motor Co., Ltd., and their outside patent agents, worked to revise the draft application and have the draft application filed as a patent application in Japan.

5. I declare that all statements made herein of my own knowledge are true, and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

Date Feb. 4. 2009

Tetsuya Kamihara

Tetsuya Kamihara

**EXHIBIT A**

1. A fuel cell system comprising:

a fuel cell for generating power from fuel gas supplied thereto;

a supply system for supplying fuel gas to the fuel cell;

a recirculation system for recirculating unused fuel gas from the fuel cell, fuel gas in the recirculation system containing nitrogen;

a purge valve for purging nitrogen contained in the fuel gas in the recirculation system; and

a controller for adjusting a valve opening of the purge valve such that a nitrogen concentration of the fuel gas in the recirculation system is controlled to be maintained at a target nitrogen concentration,

wherein the controller is adapted to:

adjust the valve opening of the purge valve to maintain a flow rate of fuel in a fuel gas passing through the purge valve at a threshold set in accordance with operation conditions of the fuel cell system and the valve opening of the purge valve, by reducing the valve opening of the purge valve if the flow rate of fuel in the fuel gas passing through the purge valve is more than the threshold, and increasing the valve opening of the purge valve if the flow rate of the fuel gas passing through the purge valve is less than the threshold.

3. The fuel cell system according to claim 1, wherein the threshold is set larger as the valve opening of the purge valve becomes larger.

4. The fuel cell system according to claim 1, further comprising:

a temperature sensor for detecting temperature of the fuel gas passing through the purge valve, wherein the threshold is set lower as the temperature of the fuel gas detected by the temperature sensor rises.

5. The fuel cell system according to claim 1, further comprising:

a pressure sensor for detecting pressure of fuel gas in the supply system, wherein the threshold is set lower as the pressure of the fuel gas detected by the pressure sensor drops.

6. The fuel cell system according to claim 1, wherein the flow rate of fuel in the fuel gas

passing through the purge valve is obtained from a difference between a supply rate of fuel supplied from the supply system and a consumption rate of fuel gas consumed by the fuel cell.

7. The fuel cell system according to claim 6, further comprising:

an ejector provided in the recirculation system, to which the supply system is connected; and

a pressure sensor for detecting a supply pressure of fuel gas supplied to the ejector, wherein the supply rate of fuel supplied from the supply system is calculated based on the supply pressure detected by the pressure sensor.

8. The fuel cell system according to claim 7, further comprising:

a temperature sensor for detecting a temperature of fuel gas upstream of the ejector, wherein the supply rate of fuel is calculated based on the temperature of the fuel gas detected by the temperature sensor and the supply pressure thereof detected by the pressure sensor.

9. The fuel cell system according to claim 6, further comprising:

a fuel pressure regulator for the fuel gas supplied to the fuel cell;

a valve opening sensor for detecting a valve opening of the fuel pressure regulator;

and

a pressure sensor for detecting pressure of fuel gas upstream of the fuel pressure regulator, wherein the supply rate of fuel is calculated based on the valve opening of the fuel pressure regulator detected by the valve opening sensor, and the pressure of the fuel gas upstream of the fuel pressure regulator detected by the pressure sensor.

10. The fuel cell system according to claim 9, further comprising:

a temperature sensor for detecting temperature of the fuel gas upstream of the fuel pressure regulator, wherein the supply rate of fuel is calculated based on a valve opening degree of the fuel pressure regulator detected by the valve opening sensor, the pressure of the fuel gas upstream of the fuel pressure regulator detected by the pressure sensor, and the temperature of the fuel gas detected by the temperature sensor.

11. The fuel cell system according to claim 6, further comprising:

an ammeter for detecting an output current of the fuel cell, wherein the consumption rate of fuel is calculated based on the output current detected by the ammeter.

12. The fuel cell system according to claim 6, further comprising:

an ammeter for detecting an output current of the fuel cell; and

a pressure sensor for detecting pressure of fuel gas upstream or downstream of the fuel cell, wherein the controller is provided with a unit for obtaining a variation rate of the pressure of the fuel gas detected by the pressure sensor, and wherein the consumption rate of fuel is calculated based on the output current detected by the ammeter and the variation rate of the pressure of the fuel gas given by the unit of the controller.

13. A method for controlling a fuel cell system comprising:

supplying fuel gas to a fuel cell;

re-circulating unused fuel gas from the fuel cell by a recirculation system, fuel gas in the recirculation system containing nitrogen;

purging nitrogen by a purge valve; and

using a controller, adjusting a valve opening of the purge valve to maintain a rate of flow of fuel in a fuel gas passing through the purge valve at a threshold set in accordance with operation conditions of the fuel cell system and the valve opening of the purge valve so as to keep a nitrogen concentration of the fuel gas in the recirculation system constant by reducing the valve opening of the purge valve if the rate of flow of fuel in the fuel gas passing through the purge valve is more than the threshold, and increasing the valve opening of the purge valve if the rate of flow of fuel in the fuel gas passing through the purge valve is less than the threshold.

14. A fuel cell system comprising:

a fuel cell for generating power from fuel gas supplied thereto;

a supply system for supplying fuel gas to the fuel cell;

a recirculation system for recirculating unused fuel gas from the fuel cell, fuel gas in the recirculation system containing nitrogen;

a purge valve for purging nitrogen contained in the fuel gas in the recirculation system; and

a controller for adjusting a valve opening of the purge valve such that a nitrogen concentration of the fuel gas in the recirculation system is controlled to be maintained at a target nitrogen concentration.

15. The fuel cell system according to claim 14, wherein the controller is adapted to: reduce the valve opening of the purge valve if the flow rate of fuel in the fuel gas passing through the purge valve is more than a threshold set in accordance with operating conditions of the fuel cell system and the valve opening of the purge valve, and increase the valve opening of the purge valve if the flow rate of the fuel gas passing through the purge valve is less than the threshold.

16. The fuel cell system according to claim 15, wherein the threshold is set larger as the valve opening of the purge valve becomes larger.

17. The fuel cell system according to claim 15, further comprising:

a temperature sensor for detecting temperature of the fuel gas passing through the purge valve, wherein the threshold is set lower as the temperature of the fuel gas detected by the temperature sensor rises.

18. The fuel cell system according to claim 15, further comprising:

a pressure sensor for detecting pressure of fuel gas in the supply system, wherein the threshold is set lower as the pressure of the fuel gas detected by the pressure sensor drops.

19. The fuel cell system according to claim 14, wherein the flow rate of fuel in the fuel gas passing through the purge valve is obtained from a difference between a supply rate of fuel supplied from the supply system and a consumption rate of fuel gas consumed by the fuel cell.

20. The fuel cell system according to claim 19, further comprising:

an ejector provided in the recirculation system, to which the supply system is connected; and

a pressure sensor for detecting a supply pressure of fuel gas supplied to the ejector, wherein the supply rate of fuel supplied from the supply system is calculated based on the supply pressure detected by the pressure sensor.

21. The fuel cell system according to claim 20, further comprising:

a temperature sensor for detecting a temperature of fuel gas upstream of the ejector, wherein the supply rate of fuel is calculated based on the temperature of the fuel gas detected by the temperature sensor and the supply pressure thereof detected by the pressure sensor.

22. The fuel cell system according to claim 19, further comprising:

a fuel pressure regulator for the fuel gas supplied to the fuel cell;

a valve opening sensor for detecting a valve opening of the fuel pressure regulator; and

a pressure sensor for detecting pressure of fuel gas upstream of the fuel pressure regulator, wherein the supply rate of fuel is calculated based on the valve opening of the fuel pressure regulator detected by the valve opening sensor, and the pressure of the fuel gas upstream of the fuel pressure regulator detected by the pressure sensor.

23. The fuel cell system according to claim 22, further comprising:

a temperature sensor for detecting temperature of the fuel gas upstream of the fuel pressure regulator, wherein the supply rate of fuel is calculated based on a valve opening degree of the fuel pressure regulator detected by the valve opening sensor, the pressure of the fuel gas upstream of the fuel pressure regulator detected by the pressure sensor, and the temperature of the fuel gas detected by the temperature sensor.

24. The fuel cell system according to claim 19, further comprising:

an ammeter for detecting an output current of the fuel cell, wherein the consumption rate of fuel is calculated based on the output current detected by the ammeter.

25. The fuel cell system according to claim 19, further comprising:

an ammeter for detecting an output current of the fuel cell; and

a pressure sensor for detecting pressure of fuel gas upstream or downstream of the fuel cell, wherein the controller is provided with a unit for obtaining a variation rate of the pressure of the fuel gas detected by the pressure sensor, and wherein the consumption rate of fuel is calculated based on the output current detected by the ammeter and the variation rate of the pressure of the fuel gas given by the unit of the controller.

**EXHIBIT B**

# 明細書案作成用紙（総研版）

Form1999/8/27

課コード：XF3 氏名：上原 哲也  
相談番号

【発明の名称】燃料電池システム

## 【特許請求の範囲】

### 【請求項 1】

電解質膜をはさんで燃料極と酸化剤極が対設された燃料電池と、  
燃料電池に酸化剤ガス、燃料ガスを供給する、ガス供給手段と、  
燃料電池から排出される余剰燃料ガスを燃料電池入口に戻す再循環手段と、  
燃料電池の燃料排出、供給通路間を連結する再循環通路から、燃料ガスを排出する通路と、  
上記排出通路中に可変絞り弁と、  
前記可変絞り弁開度を直接または間接的に検知する手段と、  
水素系内の窒素濃度を直接または間接的に検知する手段とを有し、  
水素系内の窒素濃度を略一定に保つように、上記可変絞り弁開度を制御することを特徴とする燃料電池システム。

### 【請求項 2】

前記可変絞り弁の通過流量を直接または間接的に求める手段を有し、  
上記流量が、運転条件と可変絞り開度に応じて定める所定値よりも多い場合は、上記可変絞り開度を絞り、少ない場合は開けることを特徴とする、前記請求項 1 記載の燃料電池システム。

### 【請求項 3】

前記所定値が、上記可変絞り弁の開度が大きいほど大きくすることを特徴とする、前記請求項 2 記載の燃料電池システム。

### 【請求項 4】

前記可変絞り弁を通過するガス温度を直接または間接的に検知する手段を有し、  
上記所定値を、ガス温度が高い方が少なくすることを特徴とする、前記請求項 2 記載の燃料電池システム。

### 【請求項 5】

燃料通路内の燃料ガス圧力を直接または間接的に検知する手段を有し、  
上記所定値を、ガス圧力が低い方が少なくすることを特徴とする、前記請求項 2 記載の燃

料電池システム。

**【請求項 6】**

燃料電池システムへの燃料ガス供給量を、直接または間接的に検知する手段と、  
燃料電池システムで消費される燃料ガスのうち、上記可変絞り弁から排出される以外の消  
費量を直接または間接的に検知する手段とを有し、  
上記供給量と消費量との差から、可変絞り弁通過流量を求めることが特徴とする、前記請  
求項 2～5 記載の燃料電池システム。

**【請求項 7】**

前記燃料ガスの再循環手段としてイジェクタと、  
イジェクタへの燃料ガス供給圧、または供給圧とイジェクタ吐出圧とを検知する手段とを  
有し、  
上記燃料ガス供給圧または供給圧と吐出圧とから、燃料電池システムへの供給燃料ガス流  
量を算出することを特徴とする、前記請求項 6 記載の燃料電池システム。

**【請求項 8】**

前記イジェクタの上流の燃料ガス温度を検知する手段を有し、  
上記燃料ガス供給圧または供給圧と吐出圧と、イジェクタ上流燃料ガス温度とから、燃料  
電池システムへの供給燃料ガス流量を算出することを特徴とする、前記請求項 7 記載の燃  
料電池システム。

**【請求項 9】**

燃料電池システムに燃料ガスを供給する通路に、可変絞り弁と、  
上記可変絞り弁の開度を直接または間接的に検知する手段と、  
上記可変絞り弁の上流圧、または上下流圧を検知する手段とを有し、  
上記可変絞り弁開度と、可変絞り弁上流圧または上下流圧とから、燃料電池システムへの  
供給燃料ガス流量を算出することを特徴とする、前記請求項 6 記載の燃料電池システム。

**【請求項 10】**

前記可変絞り弁の上流の燃料ガス温度を検知する手段を有し、  
上記可変絞り弁開度と、可変絞り弁上流圧または上下流圧と、可変絞り弁上流燃料ガス温  
度とから、燃料電池システムへの供給燃料ガス流量を算出することを特徴とする、前記請  
求項 9 記載の燃料電池システム。

**【請求項 11】**

燃料電池の出力電流を検知する手段を有し、  
出力電流から燃料ガス消費量を算出することを特徴とする、前記請求項 6 記載の燃料電池  
システム。

## 【請求項 1 2】

燃料電池の出力電流を検知する手段と、  
燃料電池の入口または出口の燃料ガス圧力を検知する手段と、  
上記圧力の時間変化を検知する手段とを有し、  
上記出力電流と、燃料ガス圧力の時間変化とから、燃料ガス消費量を算出することを特徴  
とする、前記請求項 6 記載の燃料電池システム。

## 【従来の技術】

例えば、燃料電池システムとして、特開 2001-266922 に開示されているものがある。  
一般に、水素を燃料として用いる固体高分子型燃料電池では、燃料電池スタックで消費す  
るよりも多い水素を供給することにより、安定した発電が可能となる。  
本従来例では、イジェクタを用いて燃料電池スタックから排出された余剰水素を、スタック  
入口側に循環させることにより、余剰水素を捨てことなく消費するより多い水素をス  
タックに供給し、高効率なシステムを構築している。

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、酸化剤として空気を用いる場合、スタックの膜を通して、空気中の窒素が  
カソードからアノードに拡散するため、水素中の窒素濃度が増加する。  
窒素濃度の増加は、水素分圧の低下を引き起こし、発電効率を悪化させるばかりでなく、  
イジェクタの循環量の低下により、安定した発電が維持できなくなるという問題がある。  
このような問題に対処するためには、水素循環路中から循環水素を大気に放出するパージ  
弁を設け、パージ弁を定期的に開放して水素とともに水素系内の窒素を排出することが考  
えられる。しかし、パージ操作は窒素と一緒に水素も排出されるため、燃料電池システム  
の効率が悪化する。

効率悪化を抑制するための、最適なパージ方法に関しては、公開されていない。

本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的  
は、水素系内に拡散してきた窒素を排出するとともに、同時に排出される水素量を最小  
限に抑制し、燃料電池システムの効率を改善することである。

## 【発明の効果】

本発明は、電解質膜をはさんで燃料極と酸化剤極が対設された燃料電池と、燃料電池に酸  
化剤ガス、燃料ガスを供給するガス供給手段と、燃料電池から排出される余剰燃料ガスを  
燃料電池入口に戻す再循環手段と、燃料電池の燃料排出、供給通路間を連結する再循環通  
路から、燃料ガスを排出する通路と、上記排出通路中に可変絞り弁と、前記可変絞り弁開  
度を直接または間接的に検知する手段とを有する燃料電池システムにおいて、以下のよう  
な技術的特徴を有する。

請求項 1 の発明によれば、水素系内の窒素濃度を直接または間接的に検知する手段を有し、水素系内の窒素濃度を略一定に保つように、上記可変絞り弁開度を制御することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 2 の発明によれば、前記可変絞り弁の通過流量を直接または間接的に求める手段を有し、上記流量が、運転条件と可変絞り開度に応じて定める所定値よりも多い場合は、上記可変絞り開度を絞り、少ない場合は開けることにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 3 の発明によれば、前記所定値が、上記可変絞り弁の開度が大きいほど大きくすることにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 4 の発明によれば、前記可変絞り弁を通過するガス温度を直接または間接的に検知する手段を有し、上記所定値を、ガス温度が高い方が少なくすることにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 5 の発明によれば、燃料通路内の燃料ガス圧力を直接または間接的に検知する手段を有し、上記所定値を、ガス圧力が低い方が少なくすることにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 6 の発明によれば、燃料電池システムへの燃料ガス供給量を、直接または間接的に検知する手段と、燃料電池システムで消費される燃料ガスのうち、上記可変絞り弁から排出される以外の消費量を直接または間接的に検知する手段とを有し、上記供給量と消費量との差から、可変絞り弁通過流量を求ることにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 7 の発明によれば、前記燃料ガスの再循環手段としてイジェクタと、イジェクタへの燃料ガス供給圧、または供給圧とイジェクタ吐出圧とを検知する手段とを有し、上記燃料ガス供給圧または供給圧と吐出圧とから、燃料電池システムへの供給燃料ガス流量を算出することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 8 の発明によれば、前記イジェクタの上流の燃料ガス温度を検知する手段を有し、上記燃料ガス供給圧または供給圧と吐出圧と、イジェクタ上流燃料ガス温度とから、燃料電池システムへの供給燃料ガス流量を算出することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 9 の発明によれば、燃料電池システムに燃料ガスを供給する通路に、可変絞り弁と、上記可変絞り弁の開度を直接または間接的に検知する手段と、上記可変絞り弁の上流圧、または上下流圧を検知する手段とを有し、上記可変絞り弁開度と、可変絞り弁上流圧また

は上下流圧とから、燃料電池システムへの供給燃料ガス流量を算出することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 10 の発明によれば、前記可変絞り弁の上流の燃料ガス温度を検知する手段を有し、上記可変絞り弁開度と、可変絞り弁上流圧または上下流圧と、可変絞り弁上流燃料ガス温度とから、燃料電池システムへの供給燃料ガス流量を算出することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 11 の発明によれば、燃料電池の出力電流を検知する手段を有し、出力電流から燃料ガス消費量を算出することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

請求項 12 の発明によれば、燃料電池の出力電流を検知する手段と、燃料電池の入口または出口の燃料ガス圧力を検知する手段と、上記圧力の時間変化を検知する手段とを有し、上記出力電流と、燃料ガス圧力の時間変化とから、燃料ガス消費量を算出することにより、排出水素量を抑制し効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

## 【実施例】

以下、本発明の実施の形態を、図面に従って説明する。

図 1 に本発明の燃料電池システムを示す。1 は固体高分子電解質膜を挟んで酸化剤極と燃料極を対設した燃料電池構造体をセパレータで挟持し、複数これを積層した燃料電池スタックである。燃料としては水素、酸化剤としては空気を用いる。

水素タンク 2 の水素ガスは、可変絞り弁 3 を介してスタックに供給される。可変絞り弁 3 は、通常運転時は、圧力センサ 4 で検知したスタックへの水素供給圧が適正になるように、図示しないコントローラで制御される。

可変絞り弁 3 とスタック 1 の間の水素配管 5 には、イジェクタ 6 が設けられる。スタックから排出される余剰水素は、水素戻り配管 7 からイジェクタの吸入口に戻され、イジェクタで水素を循環させることにより、スタックの安定した発電を維持するとともに、反応効率を上げている。

可変絞り弁 8 は、水素系内の空気極から拡散してきた窒素の濃度が略一定となるように、窒素を外部に排出するためのバージ弁であるとともに、内部に開度センサを持ち、図示しないコントローラにより、その開度が調整される。可変絞り弁 8 の制御方法に関しては後述する。

なお、コンプレッサ 9 から、供給路 10 を通してスタックに供給された空気は、空気調圧弁として作動させる可変絞り弁 11 を通して排出される。

またスタックを冷却するための冷却水通路 12 には、放熱のためラジエータ 13 が設けられ、

冷却水ポンプ 14 で循環する。

次に、図 2 のフローチャートに基いて、作動を説明する。

まず、S1 で現在のバージ流量、すなわち可変絞り弁 8 の通過流量が所定値以上か判定し、所定値以上の場合は S2 でバージ弁開度を下げ、所定値以下であれば S3 でバージ弁開度を上げるようにした。

次に、効果について説明する。

図 3 には、水素温度、圧力が一定の場合に関して、水素系内の窒素濃度とイジェクタの循環水素流量との関係を示す。窒素濃度が上がると、水素により大きな分子量の窒素が混合すること、また水素分圧が下がることにより、イジェクタ循環水素流量が低下していく。そこで、バージにより、水素系内の窒素濃度が所定値よりも高くならないようにする必要が出てくる。

例えば、スタックを安定して運転できる最小のイジェクタ循環量を  $Q_r$  とすると、循環量が  $Q_r$  を下回らないように、水素系内の窒素濃度を  $R_n$  以下にしなければいけないのである。ここで、水素系内の窒素を排出する場合、水素も同時に排出されてしまうため、全体としての燃料電池システムの効率は低下することになる。ここで、この効率悪化を最小限とするためには、バージガス中の水素濃度をできるだけ低くする、すなわち、バージガス中の窒素濃度をできるだけ高くすることが有効である。言い換えると、バージガス中の窒素濃度が常に  $R_n$  となるように、バージ弁開度を調整することにより、排出水素を最小限にとどめることができるのである。

図 4 には、バージ弁開度、水素温度、圧力が一定の場合に関して、水素系内の窒素濃度とバージ流量の関係を示す。窒素濃度の減少に伴い、バージ流量は増加する。

図 5 には、水素温度、圧力、水素系内窒素濃度が一定の場合に関して、バージ弁開度とバージ流量の関係を示す。バージ弁開度を上げると、バージ流量は増加する。

図 6 には、等窒素濃度、圧力、バージ弁開度での、スタック出口水素温度に対するバージ流量を示す。スタック出口、すなわちバージ弁入口は、固体高分子型燃料電池スタックの場合は、水蒸気が飽和した、あるいは飽和に近い状態となっている。温度が上がると、飽和水蒸気圧が上昇し、スタック出口ガスの平均分子量が増加することにより、バージ流量が減少するのである。

図 7 には、等窒素濃度、温度、バージ弁開度での、スタック入口水素圧力に対するバージ流量を示す。圧力が低いほど、等窒素濃度でのバージ流量は減少する。

以上より、バージ流量、バージ弁開度、水素の温度、圧力がわかれば、水素系内の窒素濃度がわかることになる。

次に、バージ流量の検知方法に関して説明する。

本実施例では、システムに供給される水素流量と、バージ以外で消費される水素流量を求め、その差からバージ水素流量を求めるようにした。

まず、システムに供給される水素流量の求め方について説明する。

一般に、絞りを通過する流量は、チョーク状態では絞りの上流圧と温度、非チョーク状態では絞りの上下流圧と上流温度から算出することができる。

本実施例では、イジェクタのノズルが絞りとなるため、これを用いて供給水素流量を求めるようにした。

今、水素の供給温度があまり変化しない場合を考える。図8に示すように、イジェクタ上流に圧力センサ20を設ける。イジェクタ下流圧は、スタック入口水素圧とほぼ等しいので、圧力センサ4で検知できる。よって、イジェクタの上下流圧が検知できるので、システムへの供給水素流量が算出できるのである。

また、供給水素温度の変化が大きい場合は、図9に示すように、イジェクタ上流に温度センサ22を設けることにより、より高精度で供給水素流量を算出することができる。

次に、バージ以外の消費水素流量の求め方について説明する。

スタックでの消費水素量は、スタックの出力電流に比例する。従って、図示しない電流計を設けてスタック出力電流を検知することにより、バージ以外の消費水素流量が算出できるのである。

なお、21はバージ弁入口部近傍の水素温度を検知するためのセンサであり、前述した温度により水蒸気圧が変わり、バージ流量が変化することに対応する。

上述してきた特性から、バージ弁開度、バージ流量、水素圧、水素温度が検知できる。

また、その時のバージ弁開度、水素圧、水素温度で、窒素濃度が所定の値の場合のバージ流量を算出することができる。この算出したバージ流量を、図2のフローチャートの所定値と置き、検知したバージ流量と比較するのである。

すなわち、本所定値は、バージ弁開度が大きいほど多く、水素温度が高い方が少なく、水素圧が低いほど少なく設定するのである。

以上説明してきたように、本発明により、水素系内の窒素濃度を略一定に制御することが可能となり、窒素濃度過多により発電が不安定になることを防止しつつ、過剰なバージで窒素とともに無駄に水素を排出することを抑制し、安定した運転が可能であるとともに、効率の高い燃料電池システムを提供可能となった。

次に第2の実施例について説明する。

本実施例では、図10に示すように、水素調圧弁3の上下流に圧力センサ23、20を設け、水素調圧弁の上下流圧から水素の供給流量を算出するようにした。

水素調圧弁の開度がわかれば、第一実施例でのイジェクタの上下流圧から流量を求める場合と全く同様に、流量を求めることができる。

すなわち、水素調圧弁3の開度、水素調圧弁の上下流圧から、供給水素流量を算出するの

である。

調圧弁がチョーク状態にある場合は上流圧のみ、非チョーク状態にある場合は上下流圧から流量を算出するのは、第一実施例と同様である。

また、本実施例では、水素温度の検知には、温度センサ 23 で検知したスタック冷却水温度を用いるようにした。スタック内では、水素と冷却水は熱交換を行うため、冷却水温度で水素温度を推測することが可能であり、また、水素ガス温度よりも水温の方が応答良く検知できるため、例えば負荷変動が早く温度の変化速度が速い場合は、直接水素温度を測定するよりも精度が向上する。

なお、第一実施例と同様、水素調圧弁 3 に供給される水素の温度が変化する場合は、調圧弁上流の水素温度を検知するセンサを設けて、より高精度で供給水素流量を算出することができる。

次に、第 3 の実施例について説明する。本実施例の構成は、第一、または第二実施例と同様であり、消費水素流量の算出方法に改良を加えたものである。

例えば、車両用の燃料電池システム等で、負荷変動の速度が速く、また、負荷によってスタックに供給する水素圧を変えるような場合がある。

このような場合、例えば圧を上げる場合は、スタックでの発電で消費されるよりも多量の、逆に圧を下げる場合は少量の水素を供給することになり、スタックの発電による消費量だけしか考慮しない場合は、過渡時のパージ流量を正確に算出できなくなる。

ここで、水素系の圧力を上げる、または下げるために、水素系に供給する水素量は、圧力の変化代に対して比例する。すなわち、

$$\text{供給水素量} = \text{スタック発電消費量} + \text{定数} \times \text{圧力変化量}$$

となる。ここで、上記定数は、燃料電池システムの水素系容積によって定まる。

よって、圧力センサ 4 で圧力の変化率を求めることにより、過渡時も含めて水素供給量が算出可能となる。

以上説明してきたように、本実施例により、水素圧力が変化するような場合でも、正確に水素供給量を算出可能となり、より高精度にパージ流量が算出できるため、水素系内の窒素濃度をより正確に制御できるようになった。

なお、以上全て、水素を循環するためにイジェクタを用いた場合について説明してきたが、例えばポンプやプロアを用いて循環させる場合にも、本発明は適用できる。

ポンプやプロアを用いた場合でも、イジェクタと同様、窒素濃度が上昇すると水素分圧が低下するため、スタックへの水素供給量が不足するようになる。

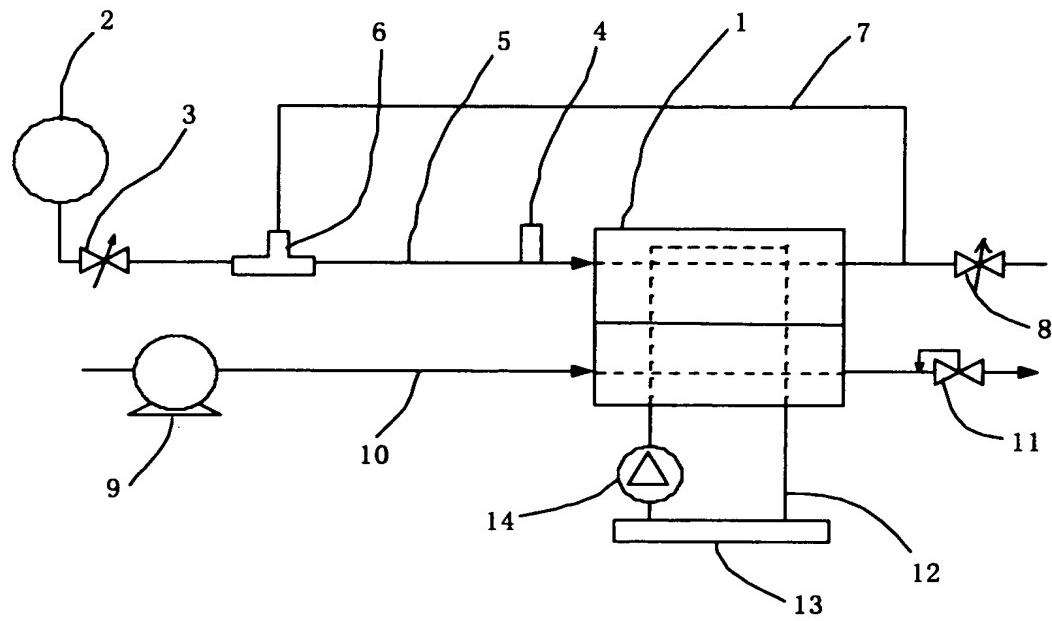
ポンプやプロアを用いた場合も、上記第二実施例と同様に、水素調圧弁の開度と上下流圧から水素供給量を算出し、全く同様にパージを閉じる最適時期を求める所以ある。

また、水素圧力の検知位置を水素のスタック入口として説明してきたが、出口側でも構わないことはいうまでもない。スタックの水素圧損が大きい場合は、出口側圧力を用いた方が精度が上がる。

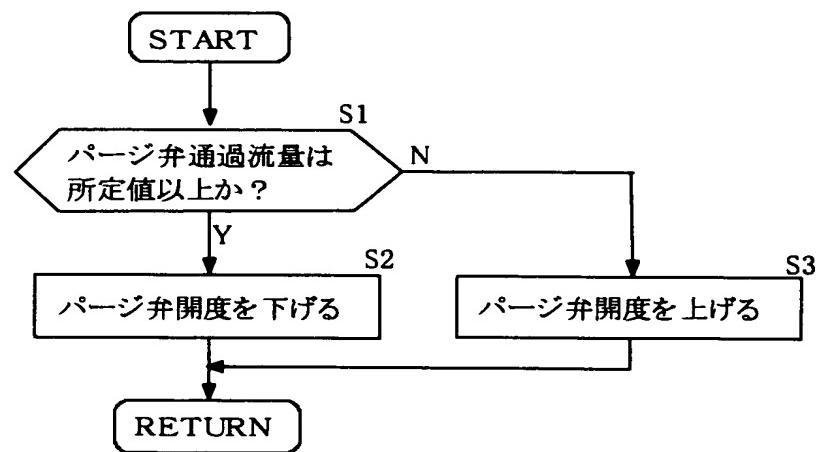
## 図面の簡単な説明

- 図 1：本発明の基本構成を示す図である。
- 図 2：本発明の基本作動の概要を示すフローチャートである。
- 図 3：水素系内窒素濃度に対するイジェクタ循環水素流量を現す図である。
- 図 4：水素系内窒素濃度に対するパージ水素流量を現す図である。
- 図 5：パージ弁開度に対するパージ流量を現す図である。
- 図 6：スタック出口水素温度に対するパージ流量を現す図である。
- 図 7：スタック入口水素圧力に対するパージ流量を現す図である。
- 図 8：本発明の第一実施例の構成を示す図である。
- 図 9：本発明の第一実施例の構成を示す図である。
- 図 10：本発明の第二実施例の構成を示す図である。

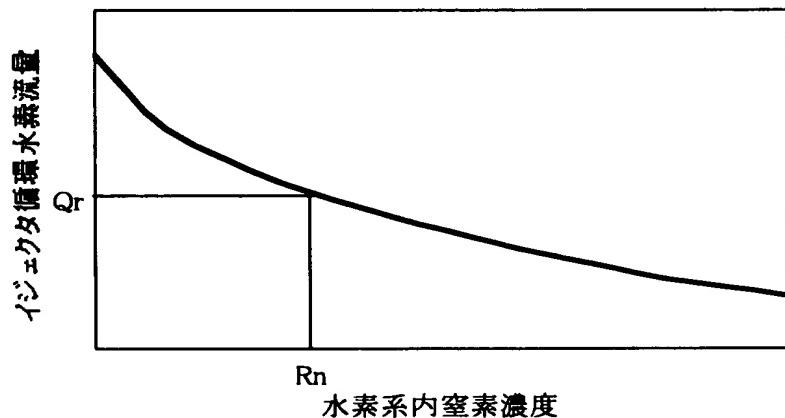
【図1】



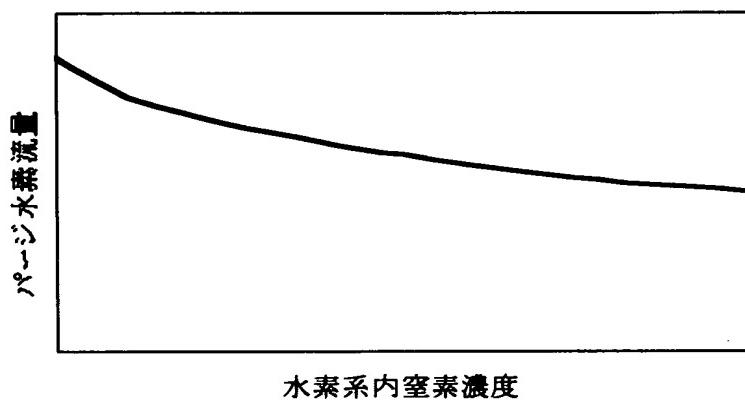
【図2】



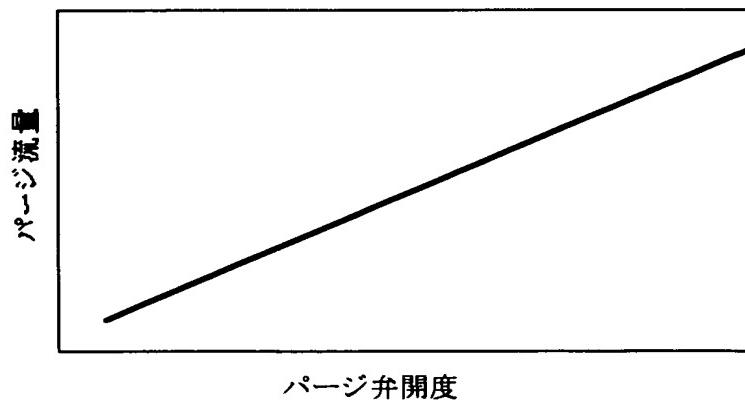
【図3】



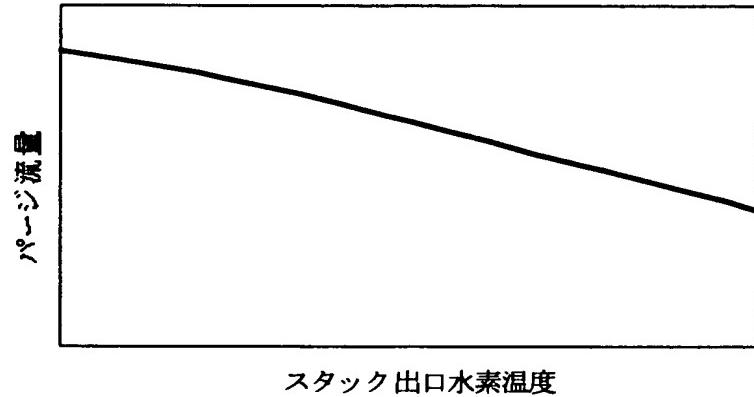
【図4】



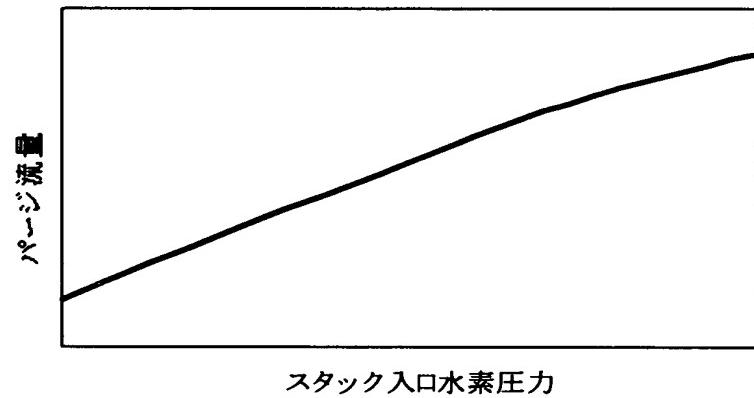
【図5】



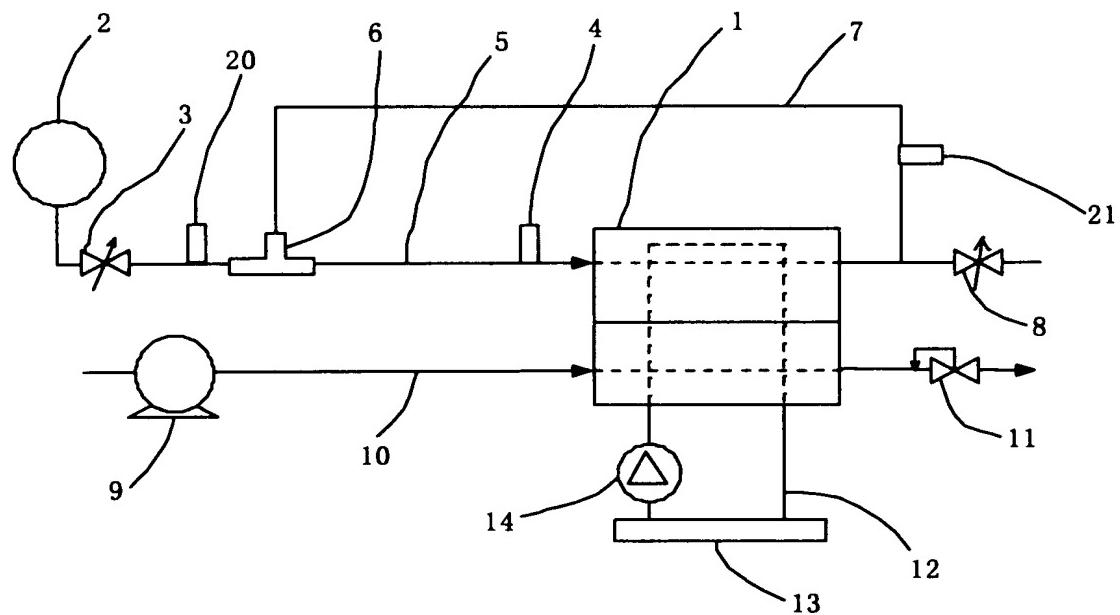
【図6】



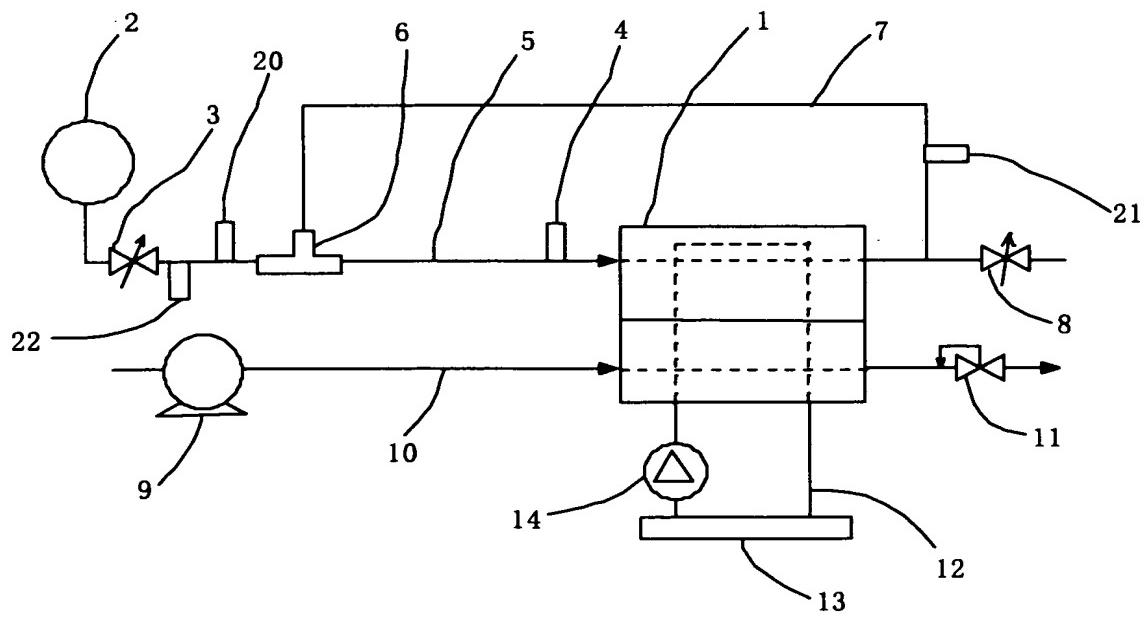
【図7】



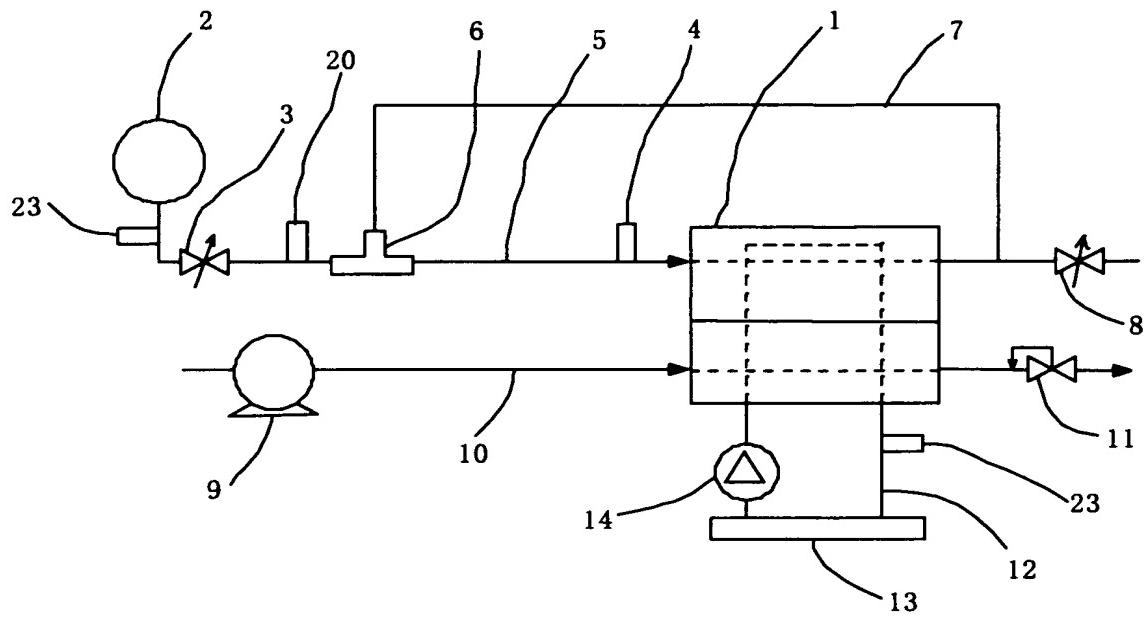
【図8】



【図9】



【図10】



**EXHIBIT C**

No	処理時間	処理者	工程／状態	共通連絡メモ
	処理	次処理者	補足情報	知財部門連絡メモ
1	2002/08/24 21:08	YFO 上原 哲也		
	申請	YFO 荒井 孝之		
2	2002/08/24 21:39	YFO 荒井 孝之		
	最終承認	KV1 受付窓口		
3	2002/09/18 19:31	KV2 草笛 茂則		
	申請	KV2 加藤 次郎		
4	2002/09/20 00:00	KV2 加藤 次郎		
	原稿作成依頼(事務所依頼)	三好内外国特許事務所		
5	2002/09/20 11:44	KV2 加藤 次郎		
	最終承認			
6	2002/11/28 00:00	三好内外国特許事務所		特許担当 草笛 様 いつも、大変お世話になっております。 原稿案の校閲、宜しくお願ひ申し上げます。 三好担当 川口
	原稿作成依頼(納品)	KV1 受付窓口		
7	2002/11/28 00:00	KV2 加藤 次郎		修正箇所はありません
	出願依頼(事務所依頼)	三好内外国特許事務所		
8	2002/11/28 18:50	KV2 草笛 茂則		
	内容承認申請	KV2 加藤 次郎		
9	2002/11/29 21:09	KV2 加藤 次郎		
	最終承認			